

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-211857

(43) 公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G09G 5/00	520	J 9377-5H		
G06T 1/00				
G09G 5/02		D 9377-5H		
			G06F 15/66	B
			H04N 5/92	H

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全16頁) 最終頁に続く

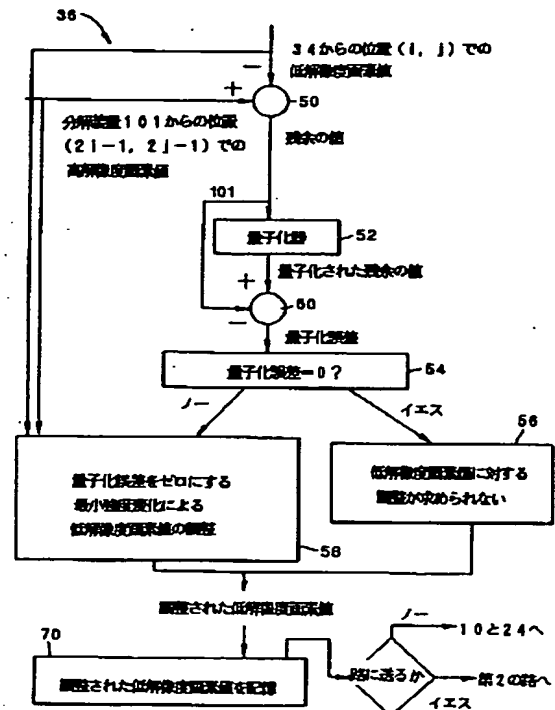
(21) 出願番号	特願平7-252906	(71) 出願人	590000846 イーストマン コダック カンパニー アメリカ合衆国, ニューヨーク14650, ロ チェスター, ステイト ストリート343
(22) 出願日	平成7年(1995)9月29日	(72) 発明者	マジド ラバニ アメリカ合衆国 ニューヨーク 14534 ピッツフォード フラミングハム・レーン 69
(31) 優先権主張番号	3 1 5 7 8 1	(74) 代理人	弁理士 伊東 忠彦 (外1名)
(32) 優先日	1994年9月30日		
(33) 優先権主張国	米国 (U S)		

(54) 【発明の名称】 階層的画像記憶及び検索システム内の量子化アーティファクトを減少する方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 その画質はより重大でない低解像度画像が高解像度画像内で量子化誤差を最小にするために変形されうる方法及び装置を導入することである。

【解決手段】 本発明のシステム及び方法は透かし除去記録がより高い解像度画像成分内に位置する階層的画像記憶の選択された解像度画像への、及びからのデジタル透かしの付加及び除去での量子化アーティファクトを減少する。より高い解像度の画像成分の画質を保存するところでのこれらの適用はより低い解像度の画像成分の画質を保存するより臨界的であり、より低い解像度画像はより高い解像度の成分で量子化アーティファクトを最小化し、多くの場合には除去する本発明の教示により変更される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高解像度画像を低解像度画像画素値を含む低解像度画像成分と残余の画像画素値とに分解する型の階層的画像システムにおける量子化アーティファクトを減少する方法であって：

- a) 低解像度画像成分の画素値を補間することにより推定された高解像度画像を形成し；
- b) 低解像度画像内の画素値と高解像度画像内の対応する画素値との間の差の値を決め；
- c) なされた変換に対して誤差があるかどうかを決めるために量子化変換値に対する該差の値のそれぞれを比較し；
- d) 誤差が存在する場合には低解像度画像成分内の画像画素値を調整された低解像度画像を形成するために誤差を除去する値に調整し；
- e) 誤差が存在しない場合には調整された低解像度画像成分の部分として調整されない画像画素値を用いる各段階からなる方法。

【請求項2】 高解像度画像を低解像度画像画素値と残余の画像画素値とに分解する型の階層的画像システムにおける量子化アーティファクトを減少する方法であって：

- a) 低解像度画像成分を形成するために低解像度画像内の画素位置に画素値を適用し；
- b) 低解像度画像成分の第一のブロックの画素値を補間することにより推定された高解像度画像を順次に形成し；
- c) 推定されたより高い解像度画像内の画素値と高解像度画像内の対応する画素値との間の差の値を決め；
- d) なされた変換に対して誤差があるかどうかを決めるために確立された変換値に対する該差の値を比較し；
- e) 誤差が存在する場合には低解像度画像成分内の画像画素値を調整された低解像度画像を形成するために誤差を除去する値に調整し；
- f) 誤差が存在しない場合には調整された低解像度画像成分の部分として画像画素値を用い；
- g) より高い解像度画像内の各画素値に対して段階b)からf)を繰り返す各段階からなる方法により得られた調整された低解像度画像成分と残余の画像画素値をその上に記憶する記憶装置。

【請求項3】 高解像度画像を低解像度画像画素値を含む低解像度画像成分と残余の画像画素値とに分解する型の階層的画像システムにおける量子化アーティファクトを減少する装置であって：低解像度画像成分の画素値を補間することにより推定された高解像度画像を形成する手段と；低解像度画像内の画素値と高解像度画像内の対応する画素値との間の差の値を決める手段と；なされた変換に対して誤差があるかどうかを決めるために量子化変換値に対する該差の値のそれぞれを比較する手段と；誤差が存在する場合には低解像度画像成分内の画像画素

値を調整された低解像度画像成分を形成するために誤差を除去する値に調整し、誤差が存在しない場合には調整された低解像度画像成分の部分として調整されない画像画素値を用いる手段とからなる装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】 関連する出願の相互参照

本出願はRabbani等による1993年10月29日にファイルされたコダック文書番号第66962号のアメリカ国特許出願第146371号「Method And Apparatus For The Addition And Removal Of Digital Watermark In A Hierarchical Image Storage And Retrieval System」に関係する。

【0002】

【発明の属する技術分野】 本発明はデジタル画像処理の分野に関し、より詳細には残余の画像成分の量子化を用いる階層的画像記憶及び検索システム内の量子化アーティファクトを減少する方法及び装置に関する。

【0003】

【従来の技術】 画像ピラミッドは種々の解像度でデジタル画像の記憶及び検索のための効率的な手段を供給する。そのような階層的な画像記憶及び検索システム内でMelnichuk及びJonesの特許（アメリカ国特許第4969204号）で見いだされる技術と類似の方式を用いて高解像度画像を繰り返してフィルタリングし、サブサンプリングすることにより複数の画像解像度を構成することは通常のことである。そのような場合にはより高い解像度の成分は記憶空間を節約するためにエントロピーエンコードされた量子化された残余の形で通常記憶される。本発明の要旨から本発明の基本的な概念を示すための例として例えばコダックフォトCDシステムのようなシステムを参照する。しかしながらこの例は本発明の一以上の実施例の動作としての洞察を与えるために用いられるのみであり、他の解像度又は残余としての高解像度成分を記憶する配置を有する他の階層的画像記憶及び検索システムも本発明の教示から外れることなく特定の必要に適合するよう選択されうるものである。

【0004】 コダックフォトCDシステムは最高の解像度画像が3072x2048画素を含み、16ベース画像と称される画像階層又はピラミッドから形成される。この解像度はたいてい場合にはデジタル出力デバイス上で写真品質のオリジナルを形成するために適切である。階層の次のレベルは4ベースと称され、1536x1024画素で構成され高品質HDTV表示又は適切なデジタル出力デバイス上で小さい寸法の写真品質のプリントを形成するの適切である。より低い解像度レベルはそれぞれ768x512画素（NTSC/PAL/SECAMテレビジョン表示に適切）のベース画像、348

× 2 5 6 画素 (サブ N T S C に適切) のベース / 4 画像。1 9 2 × 1 2 8 画素 (親指の爪大の画像を表示するのに適切) のベース / 1 6 である。完全な画像階層は上記の M e l n y c h u c k 及び J o n e s の特許 (アメリカ国特許第 4 9 6 9 2 0 4 号) に記載される技術を用いて 1 6 ベース画像から構成される。ベース / 1 6、ベース / 4、ベース画像は圧縮されない形で C D のようなデジタル記憶媒体上に記憶され、一方で 4 ベース、1 6 ベース画像は残余として表され、C D 上に記憶される前にエントロピーコーディングを用いることにより量子化され、圧縮される。

【0 0 0 5】量子化器は多対一写像であり、量子化されたデータはしばしば元の量子化されていないデータと比べて劣化を含む。それらの値が量子化レベルの上限でクリップされる故に入力データが長いテールを含む分布 (ヒストグラム) を有する時に劣化は特に顕著である。コダックフォト C D システムのような階層的な画像化システムでは残余の画像は通常ある場合にはラブラシアン (両側が対数関数である) により近似可能な高いピークと下りのテールを有する対称的な分布を有する。そのような分布で用いられる最小平均二乗誤差量子化器は密な内側レベル (信号がピークをなす領域内) と疎な外側レベル (テール周辺) とを含む。量子化器の処理が信号値をどのように扱うかの例は図 1 0 の表に示される。それは信号がしばしば発生せず、それがよりしばしば発生したところの値で小さな誤差が発生し、全体の平均誤差は最小化できるような値でより大きな誤差を導入することによる原理に基づく。

【0 0 0 6】上記の M e l n y c h u c k 及び J o n e s の特許の教示で述べたように高解像度画像の形成は量子化された残余を以前の段階からの補間された低解像度成分に加えることにより達成される。斯くして残余の量子化から得られた誤差は高解像度画像に伝搬される。大きな強度を有する残余がしばしば生じないが、それらは高コントラストエッジ又は画像内の詳細をしばしば表し、大きな量子化誤差の導入は不快な視覚的アーティファクト又は高解像度画像内の詳細の消失を招く。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】本発明の一つの目的は、その画質はより重大でない低解像度画像が高解像度画像内で量子化誤差を最小にするために変形されうる方法を導入することである。上記の階層的記憶技術は分配された画像システムを形成に適用された上記の R a b b a n i 等の技術によるデジタル透かし (w a t e r m a r k) の挿入及び除去と組み合わせられ得る。配布された画像システム内では拾い読み又は校正 (p r o o f) の目的のために妥協された画質の画像を配ることが普通である。この妥協は除去可能な透かしの使用でなされる。そのようなシステムの第一の使用は選択及び承認のために顧客に複数の画像を配布する肖像写真の専門家に

よる。透かしは画像の限定された使用に関する著作権の注意又は情報を含みうるグラフィックオーバーレイの形態である。

【0 0 0 8】顧客によりのぞまれた画像の選択により専門家は透かしなしに形成されたデジタル的なコピー又はハードコピーのどちらかで画像の高画質の表現を配送する。専門家はいつでもマークされていない高画質画像を形成し配送する一つの手段を有する。従来技術の写真システムでは形成手段は画像のオリジナルのネガであり；R a b b i n i 等の発明によるデジタル階層化システムでは形成手段は高解像度の残余の成分である。

【0 0 0 9】デジタル画像化システム、特にデジタル記憶及び検索の階層的な形を含むものでは専門家は校正の配布用に C D のような適切なデジタル記憶媒体を用いる。非限定的な環境では顧客は拾い読み、校正又はハードコピーに当てる目的に対する階層から所望の画像解像度を選択しうる。専門家が顧客に対して全画像階層を含むデジタル記憶媒体を配布することが望ましい場合にはデジタル記憶媒体上にいったん全画像階層を記録し、配布のために低解像度成分のみを含む第二のコピーを作らなければならないことを回避することがまた最も経済的である。しかしながら支払いが受容されるまで完全な画質を満たす目的用の選択された高解像度成分の使用を限定することがまた望ましい。

【0 0 1 0】上記の R a b b a n i 等の応用した発明はそれにより専門家が選択された画像成分上にデジタル透かしの配置する方法を教示する。透かしの除去は透かしの逆を含む付加的な画像成分を介してなされる。C D 記憶媒体を所有する顧客は専門家により認められたときに彼自身の高品質ハードコピーを形成する手段を持つ。透かしが低解像度画像に適用されたときに透かしにより影響される低解像度画像の領域内の画素値は同じ領域に対応する高解像度画像内の画素値と完全に異なるようになりうる。結果としてこれらの領域では補間された透かし画像と高解像度画像との間の差は量子化器の性質から与えられ、大きな量子化誤差を生じうるかなり大きなものになりうる。これらの誤差は高解像度画像内の透かしの視覚的軌跡としてしばしば現れ、高解像度画像の視覚的品質を顕著に損なう。このような誤差の最小化は本発明によりなされる。

【0 0 1 1】

【課題を解決するための手段】本発明の一つの実施例は高解像度画像を低解像度画像画素値を含む低解像度画像成分と残余の画像画素値とに分解する型の階層的画像システム内の量子化アーティファクトを減少する方法であって：

- 低解像度画像成分の画素値を補間することにより推定された高解像度画像を形成し；
- 低解像度画像内の画素値と高解像度画像内の対応する画素値との間の差の値を決め；

c) なされた変換に対して誤差があるかどうかを決めるために量子化変換値に対する該差の値のそれぞれを比較し;

d) 誤差が存在する場合には低解像度画像成分内の画像画素値を調整された低解像度画像を形成するために誤差を除去する値に調整し;

e) 誤差が存在しない場合には調整された低解像度画像成分の部分として調整されない画像画素値を用いる各段階からなる方法である。

【0012】本発明の他の実施例では高解像度画像を低解像度画像画素値と残余の画像画素値とに分解し、透かしを低解像度画像画素値に適用する型の階層的画像システム内の量子化アーティファクトを減少する方法であって;

a) 透かしを入れた低解像度画像成分を形成するために低解像度画像内の画素位置に透かしを入れた画素値を適用し;

b) 推定された透かしを入れた低解像度画像内の画素値と高解像度画像内の対応する画素値との間の差の値を決め;

c) なされた変換に対して誤差があるかどうかを決めるために量子化器変換値に対する該それぞれの差の値を比較し;

d) 誤差が存在する場合には透かしを入れた低解像度画像成分内の透かしを入れた画像画素値を調整された低解像度画像を形成するために誤差を除去する値に調整し;

e) 誤差が存在しない場合には調整された透かしを入れた低解像度画像成分の部分として透かしを入れた画像画素値を用いる各段階からなる方法である。

【0013】上記から本発明の好ましい目的はその画質がより重大でない低解像度画像成分を変更することにより高解像度画像成分の質を向上する方法及び関連する装置を提供することにある。本発明の他の目的は透かしが挿入され、除去されたときにその画質がより重大でない低解像度画像成分を変更することにより高解像度画像成分の質を向上することにある。

【0014】本発明の更に他の目的は透かし除去記録がより高い解像度画像成分内に位置する選択された解像度画像への、及びからのデジタル透かしの付加及び除去での量子化アーティファクトを減少することにある。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に本発明の一部であり、同じ部分は同じ符号で示された図を参照して本発明の上記の及び他の目的をより詳細に説明する。本発明は残余の量子化により生ずる高解像度画像内で発生するアーティファクトの潜在的問題に関する。一例は高解像度画像画が高コントラストエッジ又は大きな残余の値を生じさせる詳細な領域を含むときである。続いてこの残余の値の量子化又はクリッピングはこの残余から再構成された高解像度画像の質を劣化しうる。

【0016】他の例は透かしが低解像度画像内に挿入されたときである。この場合には透かしにより影響される低解像度画像の領域内の画素値は同じ領域に対応する高解像度画像内の画素値と完全に異なるようになりえ、斯くして大きな残余の値を生ずる。そのような大きな残余の値の量子化から得られた誤差は高解像度画像内の透かしの視覚的軌跡としてしばしば現れる。

【0017】従来技術の透かしシステム配置は図1に示される。この配置は上記アメリカ国特許出願第146371号の図2に示された配置と同じである。囲み34内で透かしWは透かしを入れたベース画像IWを到達するようベース画像I内で最初に挿入される。それからこの透かしを入れたベース画像は線形補間を用いて補間器24内で4ベース画像の大きさに補間される。差は透かし除去記録として供給する変更された4ベース残余を形成するために分解装置101の出力から取られた元の4ベース画像と引き算器32内の補間された透かしを入れたベース画像との間で形成される。この変更された4ベース残余はエンコーダー20によりエンコードされ、エンクリプションユニット26内でエンクリプトされ、元のアンエンクリプトされたベース/4、ベース/16画像に加えてアンエンクリプトされた形で透かしを入れたベース画像IWに沿ってCD記憶媒体10上に記憶される。付加的に16ベース残余は形成され、CD記憶媒体10に追加される。圧縮された4ベース残余の大きさでの無視できる増加を除いて透かし除去成分は4ベース残余内に埋め込まれる故に付加的なメモリー要求はない。

【0018】本発明のこの記載を通して画像の形成、結合、又は差分に対して参照がなされる。画像それ自体ではなく画像を表す画素値が操作されることは当業者に知られている。拾い読み又は校正に対して図2の従来技術のシステムが用いられる。図2の従来技術のシステム配置は実質的に上記アメリカ国特許出願第146371号の図3に示された配置と同じである。ユーザーはベース/16、ベース/4、又は透かしを入れたベース画像をCD記憶媒体からデクリプションなしに直接検索する。許可の上でユーザーは変更された4ベース残余をデクリプトするためにデータデクリプションユニット28にデクリプションキーを入力する。透かしを入れたベース画像はデコーダ30でデコードされ、線形補間を用いて補間され、デクリプトされ、4ベース画像を回復するため再構成装置201内で変更された4ベース残余に加算される。再構成装置201の詳細は図2から得られ、関連する記述はアメリカ国特許第4969204号に記載されている。一般的に変更された4ベース残余は(通常の場合は)CD10上へのその記憶の前に量子化され、正確な4ベース画像は回復され得ない。元の4ベース画像と上記過程により回復された4ベース画像との間の不一致は透かしの性質に加えて量子化器の荒さに依存する。図1、2の従来技術のシステム内で用いられる量子

化器はエンコーダー 20 の部分である。

【0019】図 1、2 の従来技術のシステムで遭遇する問題の記述は例を用いることにより明らかとなる。画像は i 番目の行と j 番目の列での画素の位置を示す座標

(i, j) の数で表される画素を有する画素の二次元配列により表され、ここで $i = 1, \dots, N1$ 、 $j = 1, \dots, Np$ 、であり、 $N1$ 及び Np はそれぞれ画像内のラインの数及びライン当たりの画素の数であり、各画素の輝度は例えば 0 から 255 の範囲の数のような 8 ビット数により表されると仮定される。さてここで簡

単化のために以下でベース画像と称する低解像度画像は図 3 に示されるような画素の 5×5 の配列から構成される例を考える。図 1 の囲み 34 を参照するに透かし W は図 4 の透かしを入れたベース画像を形成するためにこの画像に加算される。図 4 内の点線は透かしにより影響される領域を示す。この例では透かし区域とベース画像内の残りの画素との間の高いコントラストを形成するように透かしの影響は均一な輝度値 200 で透かし W により重ねられた画素の値を置き換えることである。

$$Y1 = (X1 + X2) / 2$$

$$Y2 = (X1 + X3) / 2$$

$$Y3 = (X1 + X2 + X3 + X4) / 4$$

ここで Yi の値は 8 ビット整数であり、全ての端数は最も近い整数に丸められ、0.5 の端数は切り下げられ、即ち値 58.50 は整数値 58 に切り下げられる。図 7 に上記補間方式の夜補間された透かしを入れたベース画像を示し、ここで囲みは図 4 の低解像度画像（透かしを入れたベース画像）に対応する画素を強調する。図 1 の減算器 32 を参照するに変更された 4 ベース残余画像は図 5 の 4 ベース画像の画素毎の差及び図 7 の補間された透かしを入れたベース画像として形成される。図 8 に図 1 で囲み 20 への入力であるこの残余の画像を示す。図 8 の残余の画像がどのような量子化もなしに CD 記憶媒体 10 上に記憶される場合には元の 4 ベース画像は完全に回復されうる。しかしながら記憶空間を節約するためにほとんどの応用で残余の画像はその記憶の前に量子化

される。

【0021】コダックフォト CD システムと組み合わせられて用いられる量子化器の特性の例は図 10 に示され

る。この例に対して量子化器への入力が 47 から -25.5 の範囲内のどのような数である場合でもそれは値 -48 に量子化（クリップ）される。図 8 の残余の画像を量子化するために図 10 の量子化器を用いることは図 9 に示された量子化された残余を生じ、これはエントロピーエンコード（例えばハフマンエンコード）され、CD 記憶媒体 10 上に記憶される。図 2 に示されるように 4 ベース画像は図 9 の量子化された残余を図 7 の補間された透かしを入れたベース画像に加算することにより回復される。これは図 11 に示される再構成された 4 ベース画像内で得られる。量子化器により導入された誤差によりこのような方法で再構成された 4 ベース画像は透かしにより影響された領域で特に元の 4 ベース画像と顕著に異なる。図 11 の下線で示された画素は図 5 の元の 4 ベース画像と異なるものである。元の 4 ベース画像と再構成された 4 ベース画像との間の画素毎の誤差の標準偏差はまた二乗誤差の平均の平方（RMSE）と称され、63.89 に計算される。この誤差の大きな部分は量子化器がどのような負の残余の値をも 48 より大きな強度でクリップするという事実から生ずる。この再構成された 4 ベース画像がハードコピー装置でプリントされ、又はモニター上で見られる場合にそれは透かしの可視的な軌跡を表す。

【0022】図 12 を参照するに本発明の技術により囲み 34 の出力で透かしを入れた低解像度画像 I_w はエンコードユニット 20 内で変更された残余の量子化から生じたアーティファクトを減少するような方法でその補間及び CD 記憶媒体上への記憶の前に画像変更ユニット 36 内で変更される。変更の延長は量子化器及び透かしの特性に依存する。例えば多くの量子化レベルを含む精密な量子化器については本発明の結果として透かしを入れたベース画像の可視的質の変化は無視できる。他方では高度なクリッピングを有する荒い量子化器が高コントラストの透かしと共に用いられる場合には変化はより感知され得、透かしコントラストの減少として一般的に現れる。しかしながら問題のほとんど全ての応用で高品質高解像度画像を回復する利益は透かしコントラストを減少するどのような欠点をもはるかに凌ぐものである。

【0023】本発明はそれにより低解像度画像内の画素値がそれらのエンコーディングの前に変更され、より高い解像度画像内の量子化アーティファクトを減少させるために記憶する方法を導入する。目的は低解像度画像の視認性を維持する一方で残余の画像内での量子化誤差をまた最小化する低解像度画素値内の最小の可能な強度変化を導入することである。この方法で再構成された高解像度画像の忠実性は低解像度画像の画質に対するどのような妥協も最小化する一方で改善されうる。本発明の一実施例ではこの技術は低解像度画像内に小さな変化を導入する代償により階層的画像記憶及び検索システム内の高解像度画像の再構成の質を改善するために用いられ

る。より高い解像度画像成分の画質がより低い解像度画像成分の画質より重大であるところの応用に対してこれは特に利点である。

【 0 0 2 4 】 図 1 3 のフローチャートを参照するにこれは画像変更ユニット 3 6 によりなされた機能を示し、低解像度画像内の各画素の値と高解像度画像内の対応する画素の値との間の差（残余）が見られる。フォト CD の例では高解像度画像が低解像度画像の各寸法内で 2 倍の画素を有し、低解像度画像位置 (i, j) に対応する高解像度画像位置は $(2i-1, 2j-1)$ であり、差が円 5 0 でなされた減算操作の出力としてみられる。それから円 5 0 からの残余の値（差）は量子化器を通過して量子化された残余の値を出力する。量子化器の機能的な特性は図 1 0 に示される。それからこの値は誤差が存在するかどうかを決めるために円 5 0 からの残余の値に対して円 6 0 内で比較される。それがなされた場合には低解像度画素値は量子化誤差をゼロにするよう機能 5 8 で調整される。誤差が存在しない場合にはブロック 5 6 で開始されるように要求される調整はない。5 6 又は 5 8 からの各低解像度画素値は画像を形成する全ての画素の調整を未決定で記憶バッファ 7 0 内に記憶される。第二の路が設けられた場合にはそれは記憶バッファ 7 0 内に記憶された画素値を用いる。

【 0 0 2 5 】 更に進んで上記の例は図 4 の透かしを入れたベース画像内の画素と図 5 の 4 ベース画像内の対応するそれらとの間の残余は見いだされ、上記の方式により調整される。第一の路の後で結果が図 1 4 に示される。例えば図 5 の位置 $(1, 1)$ のその対応する画素値から図 4 の位置 $(1, 1)$ の画素値を減算した結果は + 1 である。図 1 0 の量子化器特性を参照するに + 1 の残余の値は値 + 1 に量子化され結果として誤差はなく、斯くしてその画素に対する調整はない。他の例として図 4 の位置 $(4, 3)$ の画素値を図 5 の位置 $(7, 5)$ での対応する画素値から減算した結果は - 1 3 2 であり、これは値 - 4 8 に量子化される。量子化誤差をゼロに減少する低解像度画素値に対する最小の強度調整は - 8 4 である。図 4 の位置 $(4, 3)$ の画素値は 2 0 0 から 1 1 6 へ変化される。図 1 4 からわかるようにこの処理の影響は透かしを入れたベース画像内の透かしコントラストを減少することにある。しかしながら再構成された高解像度画像の質は顕著に改善される。

【 0 0 2 6 】 図 1 5 に図 1 4 の変更された透かしを入れたベース画像に対応する再構成された 4 ベース画像を示す。再び下線で示された画素は量子化誤差の結果として元の 4 ベース画像と異なる。図 1 5 の元の 4 ベース画像と再構成された 4 ベース画像との間の RMSE は 3. 0 9 である。これは図 1 1 の再構成された 4 ベース画像に対応する 6 3. 8 9 の RMSE 徳倉部手顕著な改善をなす。図 1 5 からわかるようにこの誤差の大きな部分は囲みで強調された位置 $(2, 7)$ 、 $(2, 8)$ 、 $(2,$

9) の 3 つの画素による。本発明では量子化誤差を更に減少するために低解像度画素値は以下に説明するような 3 つの段階からなる第二の路で調整される。第二の路の種々の段階の説明で X1 から X4 でラベルされた 4 つの低解像度画像画素を含み、線形補間された画素 Y1 から Y3 を生ずる近傍を示した図 6 を参照する。

【 0 0 2 7 】 記憶バッファ 7 0 内に記憶された第一の路から得られた低解像度画像の左上の画素から開始し、ラスターのように左から右、上から下へ走査し、下記の段階 1、2、3 は記憶バッファ 7 0 内の前の画素値に上書きする最小の調整で低解像度画像内の全ての画素に連続的に適用される：

段階 1：所定の低解像度画素値 X1 に対して補間された画素値 Y1 は補間式により計算され、それに対応する残余の値が見いだされる。低解像度画素 X2 の値（X1 の右）はその残余の量子化誤差を除去するために必要な最小の強度により調整される。この調整の結果として残余はときどき調整の前に量子化されたその値と異なる値で量子化されうる。これはまたアルゴリズムの段階 2、3 に対しても当てはまる。段階 1 で用いられる手順を記載したフローチャートは図 1 6 に示される。

【 0 0 2 8 】 段階 2：段階 1 と同じ低解像度画素値 X1 に対して補間された画素値 Y2 は補間式により計算され、それに対応する残余の値が見いだされる。低解像度画素 X3 の値（X1 の下）はその残余の量子化誤差を除去するために必要な最小の強度により調整される。これはまたアルゴリズムの段階 2、3 に対しても当てはまる。段階 2 で用いられる手順を記載したフローチャートは図 1 7 に示される。

【 0 0 2 9 】 段階 3：段階 1 と同じ低解像度画素値 X1 に対して補間された画素値 Y3 は補間式により計算され、それに対応する残余の値が見いだされる。低解像度画素 X4 の値（X1 の右下）はその残余の量子化誤差を除去するために必要な最小の強度により調整される。これはまたアルゴリズムの段階 2、3 に対しても当てはまる。段階 3 で用いられる手順を記載したフローチャートは図 1 6 に示される。

【 0 0 3 0 】 第二の路のどの段階でも計算はこのステージまでの全ての調整を反映する変更された低解像度画素値に基づく。低解像度画像内の各画素はまた第二の路中で 3 回まで調整されうる。画像の境界上に位置するこれらの画素に対して図 6 で画成されるような近傍の部分のみが存在しうる。そのような場合には近傍が画成されるこれらの段階のみが実行される。第二の路の完了後に変更された低解像度画像は通常高解像度画像の非常に高品質な再構成を形成する。

【 0 0 3 1 】 本発明の第二の路の以下に説明する数値例に対する応用は各段階の更なる操作を示すための助けとなる。ラスターのように図 1 4 の画像を走査することで画素位置 $(1, 3)$ に到達するまで調整は必要ないこと

がわかる。この画素の値をX1とすると、段階1での補間された画素Y1の値は92であることがわかる。図5の対応する高解像度画素は(1, 6)に位置し、値70を有する。斯くして残余は-22であり、図10の量子化器特性に基づく量子化誤差がない結果となる。同様にして段階2で補間された値Y2似た硫黄する残余は+1であり、量子化誤差はない結果となる。しかしながら図5で位置(2, 6)に位置された値75からいったん減算された段階3での値Y3は-17の残余の結果となる。この残余は-1の量子化誤差を導入する値-16に量子化される。この量子化誤差を除去するために必要な最小の強度調整は図14の(2, 4)に位置する画素値X3をそれに現在の値118の代わりに119に調整する。調整後に残余の値は-16になり、これは誤差なしに量子化された値である。この過程は全ての低解像度画素値が処理されるまで連続する。この例では(3, 5)、(4, 2)、(4, 5)、(5, 5)に位置する低解像度画素は第二の路中で3回調整される。

【0032】例を進行すると第二の路の完了は図19の変更された透かしを入れたベース画像を生ずる。図19のほとんどの画素は図14のそれらの対応する値と比較して小さな調整をなされている一方で位置(2, 4)、(2, 5)での2画素は顕著に変化する。これは枠で囲まれる図15の画像内の3画素上の大きな量子化誤差を減少するために必要である。図20に図19の変更された透かしを入れたベース画像に対応する再構成された4ベース画像を示す。再び下線の画素は量子化誤差の結果として元の4ベース画像と異なる。図20内の全ての画素値は2ユニットの差を示す画素位置(9, 9)を除く図5の元の4ベース画像内のそれらの対応する値の1ユニット以下内にある。図20の元の4ベース画像と再構成された4ベース画像との間のRMSEは0.54にすぎず、これは第二の路からの顕著な改善の結果を示す。

【0033】本発明(図20)から得られた高解像度画像は、図11の従来技術の画像と比べて顕著な改善を示す。この顕著な改善に対して支払われる対価は図4の透かしを入れたベース画像を減少された透かしコントラストを有する図19の変更された透かしを入れたベース画像で置き換えることである。ほとんどの実際の応用では有用でない低解像度画像成分での若干の妥協は高解像度画像内の画質改善によりはるかに凌駕される。

【0034】上記の2路アルゴリズムは本発明の目的を達成する好ましい方法を構成し、即ち残余の画像内の量子化誤差を最小化する目的で低解像度画素値での最小の可能な強度変化を見いだす。この主目的は幾つかの変形が可能である。一般にフォトCD画像記憶及び検索システムでのシミュレーションに基づいて他の変形例に比べて若干よい高解像度画質(低解像度画像内の変更の同じ度合いに対して)が得られるより好ましい方法が見いだされている。しかしながらある応用では他のシステムの

考えは代替方法をより魅力的にする。以下にこれらの変形の幾つかを好ましい方法を参照して簡単に説明する。

【0035】一変形例では上記のアルゴリズムの第一の路のみが納得できる高画質、高解像度画像を形成するように設けられ、第二の路は計算の複雑さを減少するために省略される。第二の変形例では第一と第二の路は以下のように単一の路に結合される。低解像度画像の左上の画素から出発して、画素X1の値は好ましい方法の第一の路で教示されるように最初に変更される。次に画素X2、X3、X4の値は第二の路の段階1から3により変更される。画像を左から右へ、上から下へ走査して、この手順は低解像度画像内の全ての画素に対して繰り返される。各画素の値はこの手順により4回まで変更される。しかしながら調整が行われる順序は好ましい方法とは異なり、一般に異なる画像が得られる。更に他の変形例では第一の路は好ましい方法に記載されるように設けられるが、第二の路内の3つの段階は3つの別の路として設けられる。即ち低解像度画像の左上の画素から開始して画像は左から右、上から下へと走査され、第二の路の段階1は全ての画素に適用される。それから同じ手順が段階2に対してなされる。最終的に段階3は類似の方法で設けられる。再びこれは種々の画素が処理される異なる順序を生ずる。更に他の変形例では上記の好ましい方法のように第一の路の実行の後に第二の路内の3つの段階が実施されるが、各段階で画素X2、X3、又はX4の値を調整する代わりに画素X1の値が変更される。再びこれは上記のどの方式より低解像度画素値を変更する異なる順序を生ずる。

【0036】最終的に本発明の好ましい実施例と考えられるものを示してきた一方で多くの変更及び改良が本発明の真の精神から離れることなく可能である。故に実際にこれらの全ての変形及び改良にわたる請求項は本発明の真の視野を示すものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】低解像度画像成分内にデジタル透かしを挿入し、高解像度残余内に透かし除去成分を配置する方式と組み合わされた従来技術の階層画像分解方式を示すブロック図である。

【図2】図1に示された方式により分解された高解像度画像を回復する従来技術の階層画像再構成方式を示すブロック図である。

【図3】画素値の形でベース画像の輝度成分の例を示す図である。

【図4】画素値の形で透かしを入れたベース画像の例を示す図である。

【図5】図3のベース画像の画素値に対応する4ベース画像の画素値の例を示す図である。

【図6】線形補間方式で用いられる画素の相対的なX、Y位置を示す図である。

【図7】図4の透かしを入れたベース画像の画素値に対

応する補間された透かしを入れたベース画像の画素値の例を示す図である。

【図 8】図 5 及び 7 の画像間の差として形成された残余画像の画素値を示す図である。

【図 9】量子化後の図 8 の残余画像の画素値を示す図である。

【図 10】図 9 の量子化された残余画像画素値を形成するのに用いられる量子化器の入出力特性を表の形で示す図である。

【図 11】図 1、2 の従来技術の方式を用いた再構成された 4 ベース画像の画素値を示す図である。

【図 12】図 1 の従来技術のシステムの改善を示す図である。

【図 13】本発明の第一の路中の低解像度画像画素の調整に必要な段階をフローチャートの形で示す図である。

【図 14】本発明の第一の路から得られる修正された透かしを入れたベース画像の画素値を示す図である。

【図 15】図 14 の修正された透かしを入れたベース画像の画素値を用いる再構成された 4 ベース画像の画素値を示す図である。

【図 16】低解像度画像の画素値を調整するために本発明の第二の路の段階 1 で用いられる処理のフローチャートを示す図である。

【図 17】低解像度画像の画素値を調整するために本発明の第二の路の段階 2 で用いられる処理のフローチャートを示す図である。

【図 18】低解像度画像の画素値を調整するために本発明の第二の路の段階 3 で用いられる処理のフローチャート

トを示す図である。

【図 19】本発明の第二の路から得られる修正された透かしを入れたベース画像の画素値を示す図である。

【図 20】図 19 の透かしを入れたベース画像を用いた再構成された 4 ベース画像の画素値を示す図である。

【符号の説明】

10 CD記憶媒体

20 エンコーダ

22 透かし挿入ユニット

24 補間器

26、28 データエンクリプションユニット

30 デコーダ

32 減算器

34 囲み

36 画像変更ユニット

49 補間器

50、60 円

52 量子化器

20 56 ブロック

58 機能

70 記憶バッファ

101 分解装置

201 再構成装置

I ベース画像

I_W 透かしを入れたベース画像

W 透かし

【図 3】

70	74	66	70	72
60	62	68	65	60
62	65	70	72	69
67	63	67	71	66
64	67	65	70	64

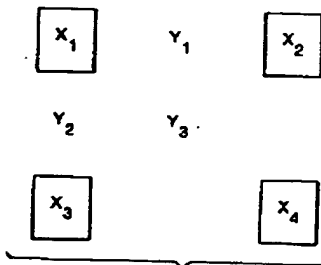
【図 4】

70	74	66	200	200
60	62	68	200	200
62	65	70	200	200
200	200	200	200	200
200	200	200	200	200

【図 5】

71	76	74	70	67	70	70	68	68
68	72	72	69	68	75	69	50	55
60	62	64	64	68	72	70	71	72
61	66	65	66	69	74	68	71	72
64	67	66	67	70	69	64	70	68
64	67	66	67	72	73	72	73	69
66	65	62	67	68	70	70	68	66
67	69	67	69	69	73	71	68	64
63	62	65	66	65	69	68	66	62

【図 6】



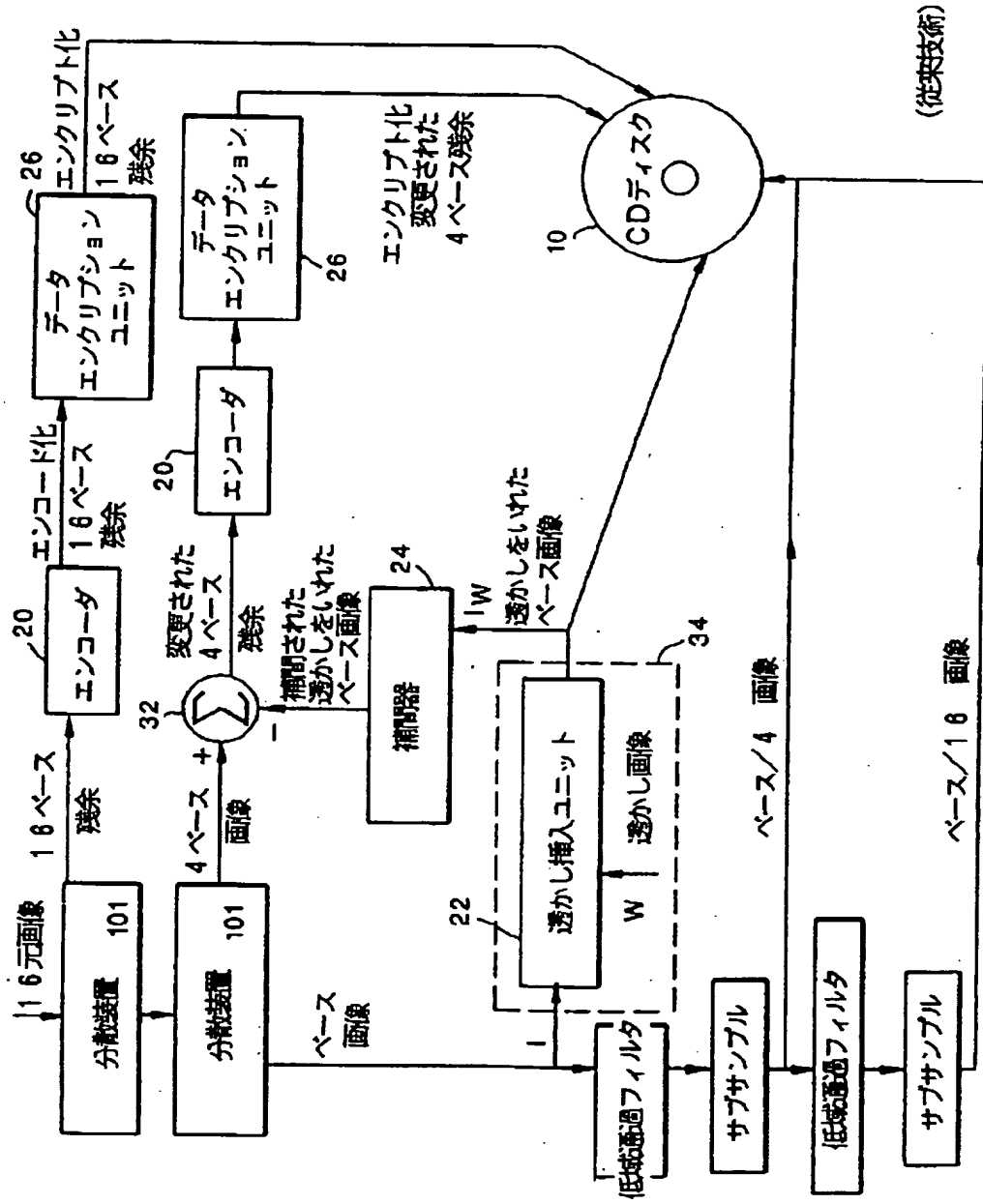
【図 14】

70	74	66	118	116
60	62	68	118	120
62	65	70	112	116
114	110	116	118	114
111	113	113	118	110

【図 19】

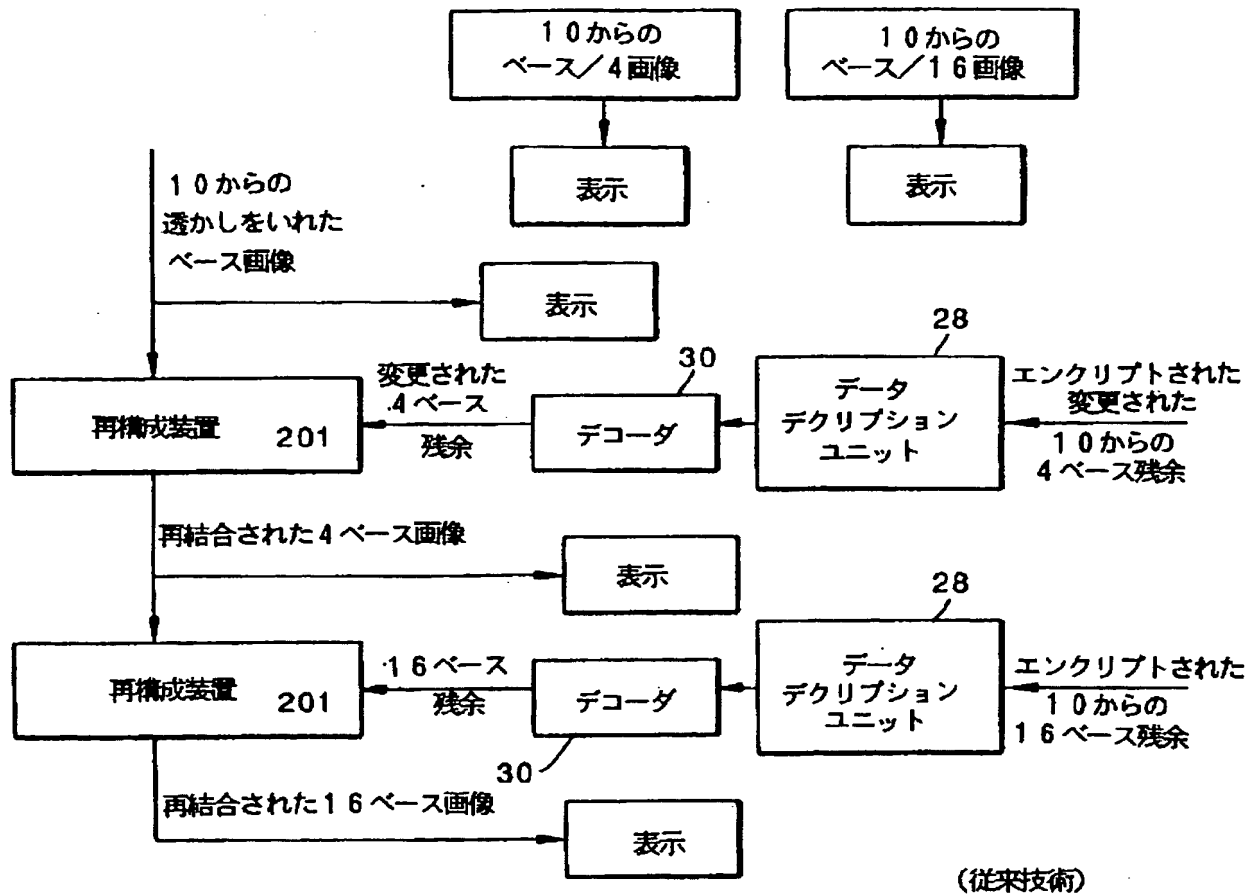
70	74	66	118	116
60	62	68	97	62
62	65	70	112	112
114	107	117	119	114
111	110	112	116	112

【図1】



(従来技術)

【図 2】



【図 7】

70	72	74	70	66	133	200	200	200
65	66	68	67	67	133	200	200	200
60	61	62	65	68	134	200	200	200
61	62	63	66	69	134	200	200	200
62	63	65	67	70	135	200	200	200
131	132	132	134	135	167	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200

【図 8】

+1	+4	0	0	+1	-63	-130	-132	-132
+3	+6	+4	+2	+1	-58	-141	-150	-145
0	+1	+2	-1	0	-62	-130	-129	-128
0	+4	+2	0	0	-60	-132	-129	-128
+2	+4	+1	0	0	-66	-136	-130	-132
-67	-65	-66	-67	-63	-94	-128	-127	-131
-134	-135	-138	-133	-132	-130	-130	-132	-134
-133	-131	-133	-131	-131	-127	-129	-132	-136
-137	-138	-135	-134	-135	-131	-132	-134	-138

【図9】

+1	+4	0	0	+1	-48	-48	-48	-48
+3	+6	+4	+2	+1	-48	-48	-48	-48
0	+1	+2	-1	0	-48	-48	-48	-48
0	+4	+2	0	0	-48	-48	-48	-48
+2	+4	+1	0	0	-48	-48	-48	-48
-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48
-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48
-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48
-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48

【図11】

71	76	74	70	67	<u>85</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>
68	72	72	69	68	<u>85</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>
60	62	64	64	68	<u>86</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>
61	66	65	66	69	<u>86</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>
64	67	66	67	70	<u>87</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>
<u>83</u>	<u>84</u>	<u>84</u>	<u>86</u>	<u>87</u>	<u>119</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>
<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>
<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>
<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>	<u>152</u>

【図20】

71	76	74	70	67	70	70	68	<u>67</u>
68	72	72	69	68	75	59	50	55
60	62	64	64	68	72	70	71	72
61	66	65	66	69	<u>75</u>	68	<u>72</u>	<u>73</u>
64	67	66	67	70	69	64	70	<u>67</u>
64	67	66	<u>68</u>	<u>73</u>	<u>74</u>	<u>73</u>	<u>72</u>	<u>68</u>
66	65	62	67	<u>69</u>	70	<u>71</u>	68	66
67	<u>68</u>	<u>66</u>	69	69	<u>74</u>	<u>72</u>	<u>67</u>	<u>65</u>
63	62	65	66	<u>64</u>	69	68	66	<u>64</u>

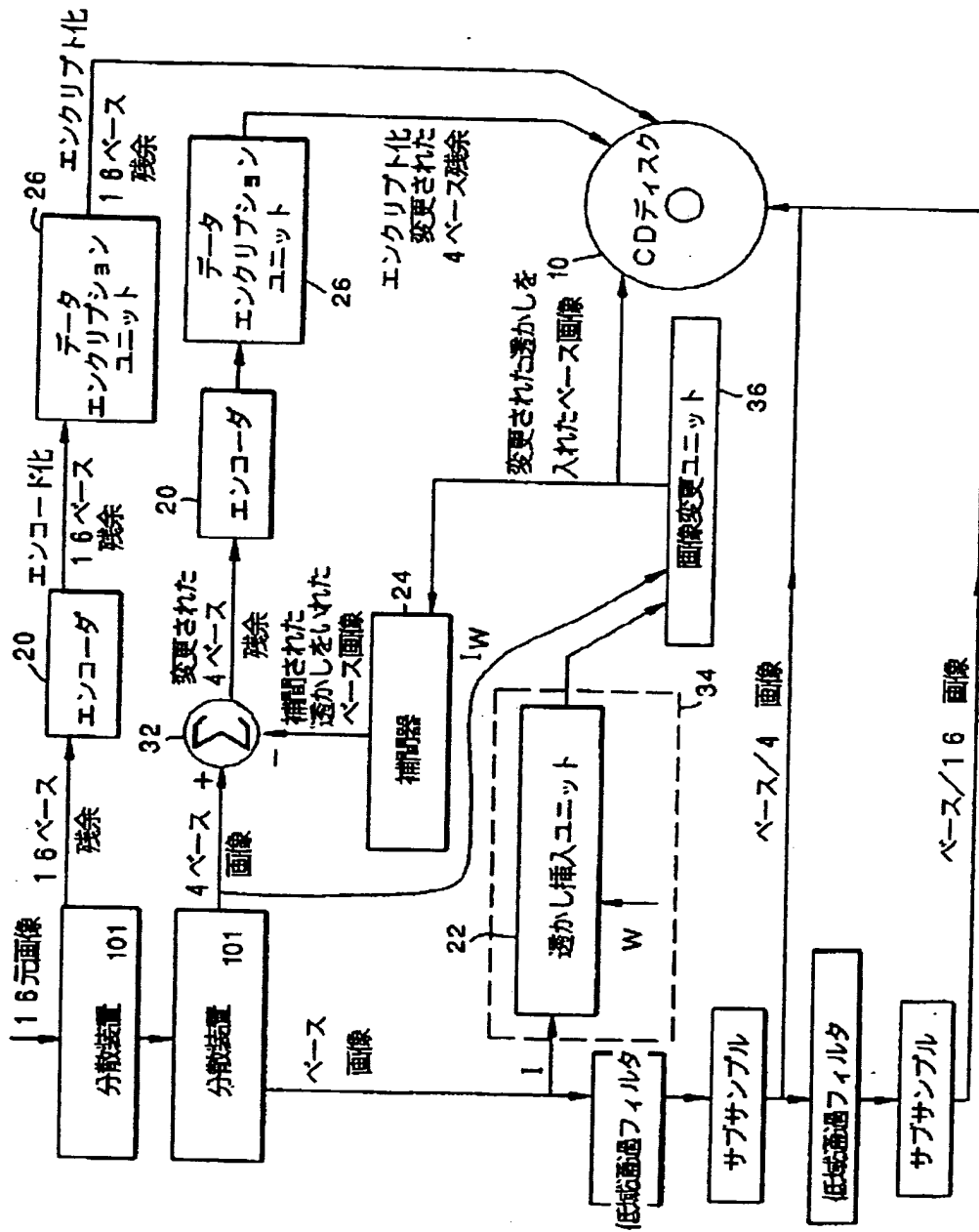
【図10】

量子化 入力 範囲	量子化された値
-47 TO -255	-48
-44,-45,-46	-45
-41,-42,-43	-42
-38,-39,-40	-39
-35,-36,-37	-36
-32,-33,-34	-33
-29,-30,-31	-30
-26,-27,-28	-27
-24,-25	-24
-22,-23	-22
-20,-21	-20
-18,-19	-18
-16,-17	-16
-14,-15	-14
-12,-13	-12
-10,-11	-10
-8,-9	-8
-6,-7	-6
-5	-5
-4	-4
-3	-3
-2	-2
-1	-1
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6,7	6
8,9	8
10,11	10
12,13	12
14,15	14
16,17	16
18,19	18
20,21	20
22,23	22
24,25	24
26,27,28	27
29,30,31	30
32,33,34	33
35,36,37	36
38,39,40	39
41,42,43	42
44 TO 255	45

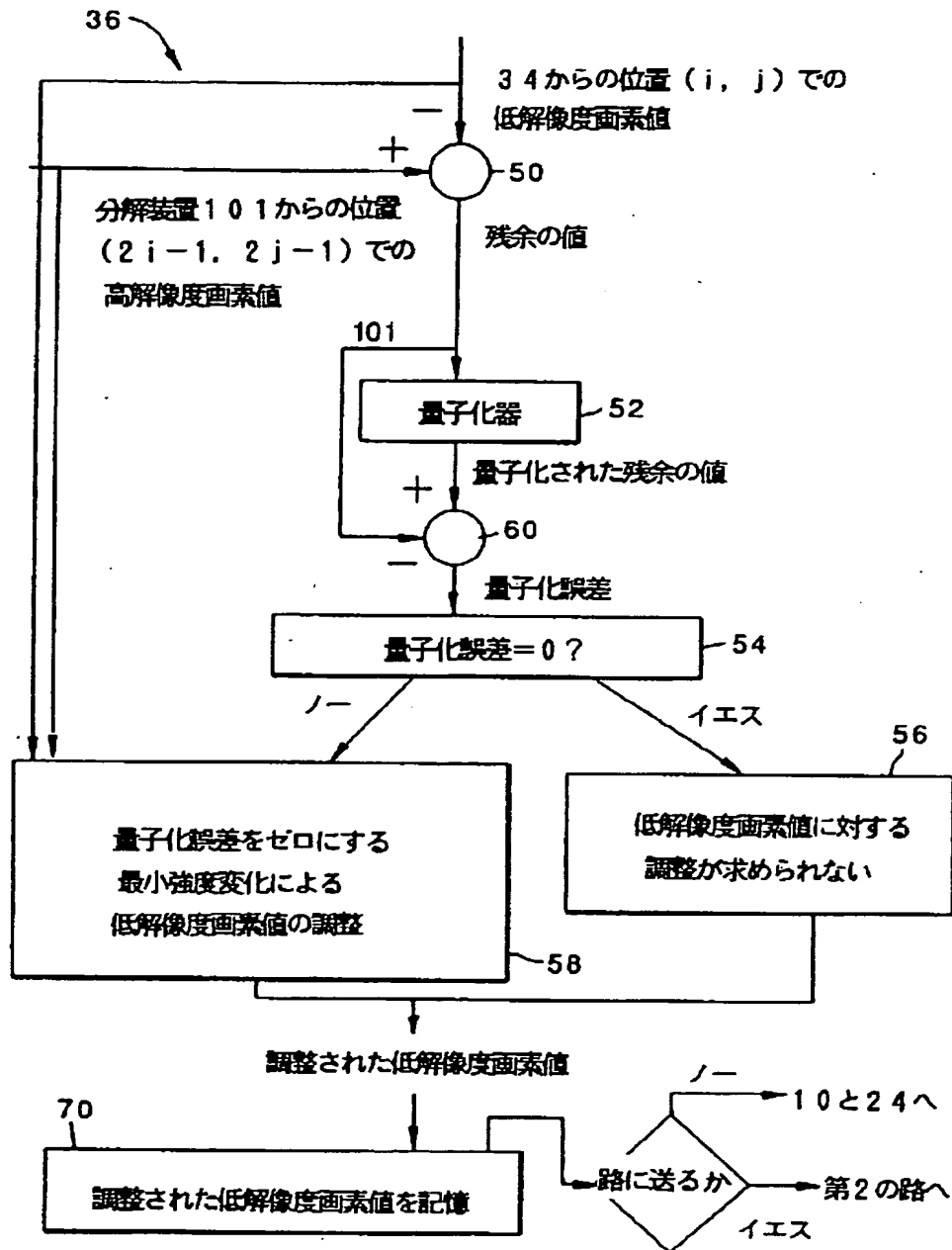
【図15】

71	76	74	70	67	70	70	<u>69</u>	68
68	72	72	69	68	<u>76</u>	<u>70</u>	<u>70</u>	<u>70</u>
60	62	64	64	68	<u>73</u>	70	71	72
61	66	65	66	69	74	<u>67</u>	71	<u>73</u>
64	67	66	67	70	69	64	<u>69</u>	68
64	<u>68</u>	<u>67</u>	<u>68</u>	<u>73</u>	<u>74</u>	<u>73</u>	<u>73</u>	70
66	<u>64</u>	62	68	68	<u>69</u>	70	68	66
67	<u>70</u>	66	68	69	<u>74</u>	<u>72</u>	<u>69</u>	64
63	<u>64</u>	65	<u>65</u>	65	69	68	<u>65</u>	62

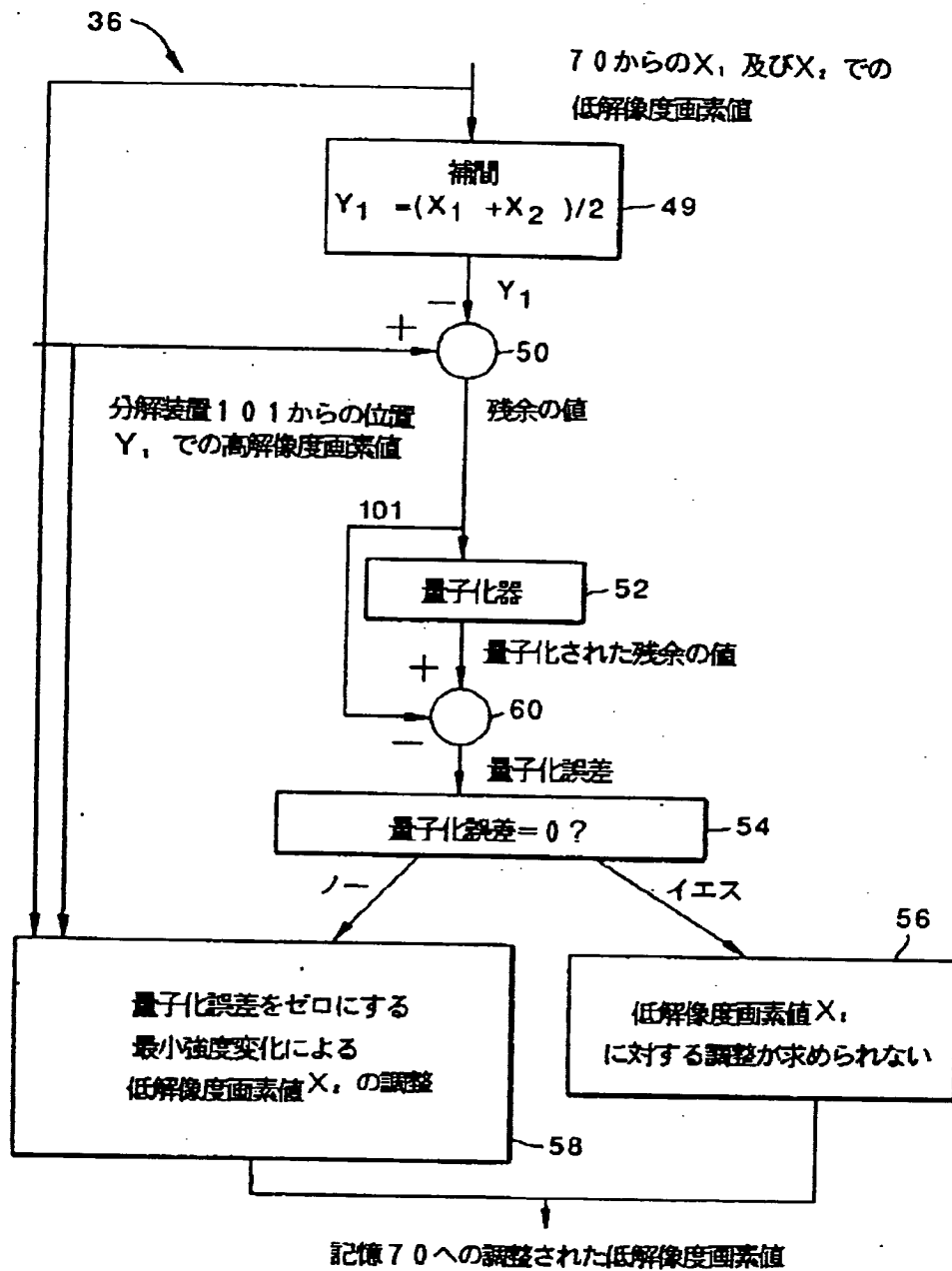
【図 12】



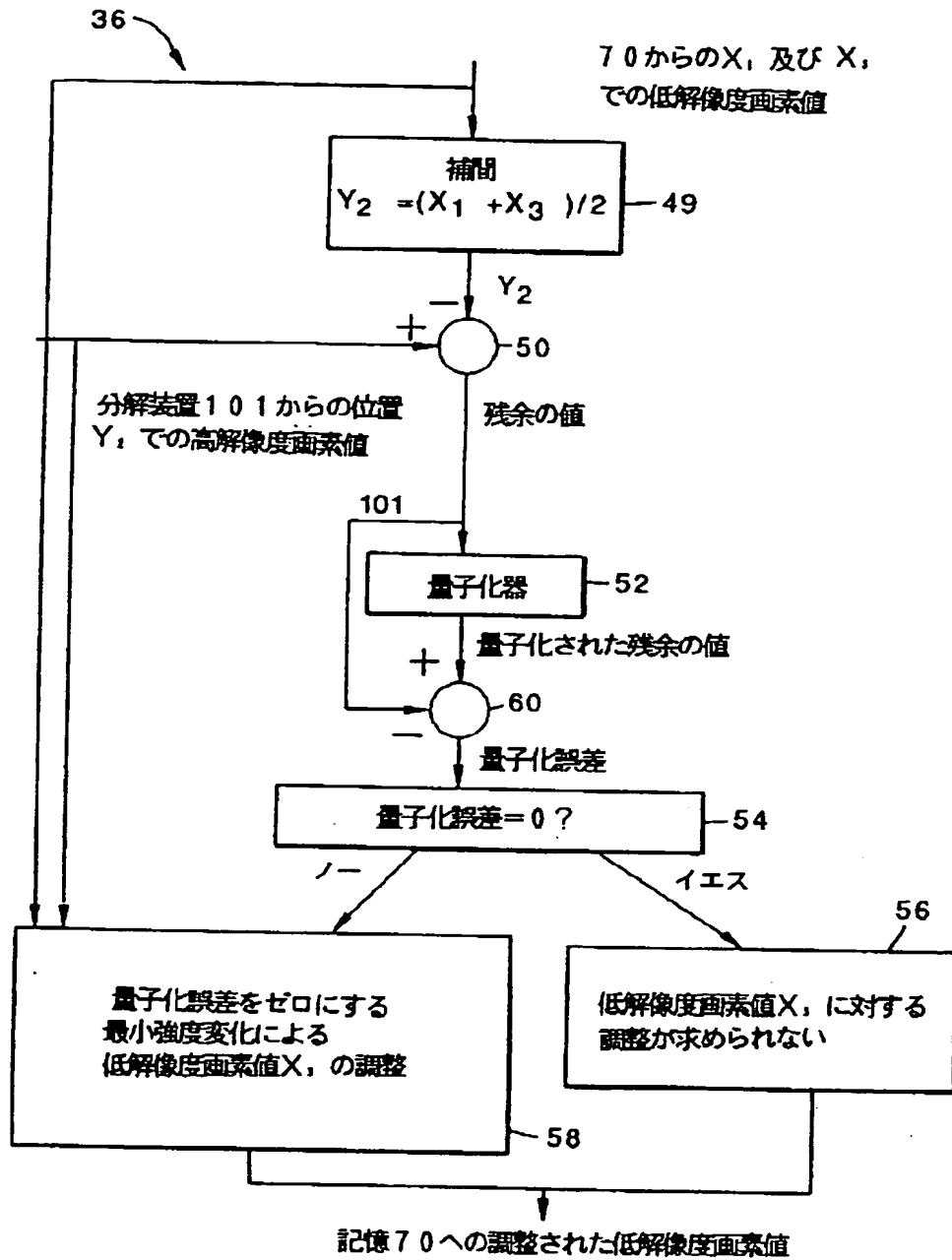
【図 13】



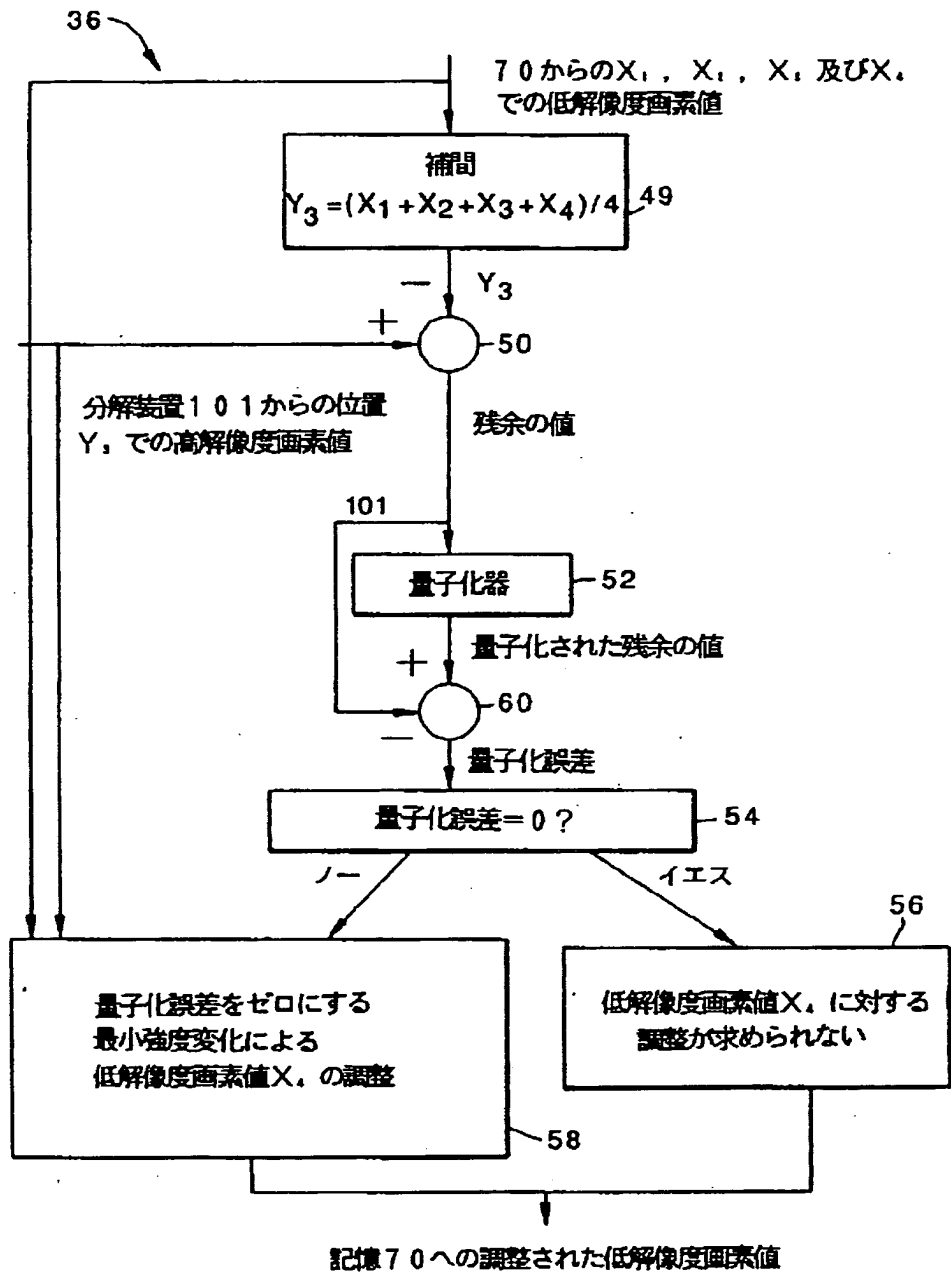
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

G 0 9 G 5/36

H 0 4 N 1/387

1/41

5/92

識別記号

5 2 0

1 0 1

庁内整理番号

A 9377-5H

B

F I

技術表示箇所

T S2/5/1

2/5/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI

(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010676478 **Image available**

WPI Acc No: 1996-173432/199618

XRPX Acc No: N96-145683

Reduction of quantisation artifacts in hierarchical image system -
 reducing quantisation artifacts in addition and removal of digital
 watermark to and from selected resolution image of hierarchical image
 storage system where watermark removal record is placed in higher
 resolution image component

Patent Assignee: EASTMAN KODAK CO (EAST)

Inventor: RABBANI M

Number of Countries: 005 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 705025	A2	19960403	EP 95420266	A	19950925	199618 B
JP 8211857	A	19960820	JP 95252906	A	19950929	199643
US 5568570	A	19961022	US 94315781	A	19940930	199648
EP 705025	A3	19961204	EP 95420266	A	19950925	199707
EP 705025	B1	20000329	EP 95420266	A	19950925	200020
DE 69515952	E	20000504	DE 615952	A	19950925	200029
			EP 95420266	A	19950925	

Priority Applications (No Type Date): US 94315781 A 19940930

Cited Patents: EP 392753; EP 651554; US 5020120

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

EP 705025 A2 E 23 H04N-001/40

Designated States (Regional): DE FR GB

EP 705025 B1 E H04N-001/60

Designated States (Regional): DE FR GB

DE 69515952 E H04N-001/60 Based on patent EP 705025

JP 8211857 A 16 G09G-005/00

US 5568570 A 24 G06K-009/00

EP 705025 A3 H04N-001/40

Abstract (Basic): EP 705025 A

The method involves determining the difference values between the pixel values in the low resolution image and the corresp. pixel values in the higher resolution image. Each difference value is compared against quantised conversion values to determine if an error would exist for an executed conversion.

The image pixel values within the low resolution image component are adjusted if an error exists. They are adjusted (36) to a value that eliminates the error to form an adjusted low resolution image. The unadjusted image pixel values are used as part of the low resolution image component if an error does not exist.

USE/ADVANTAGE - Reducing artifacts in hierarchical image storage and retrieval system employing quantisation of residual image components. Improves quality of high resolution image component by modifying lower resolution image component whose image quality is less critical.

Dwg.12/20

Title Terms: REDUCE; QUANTUM; ARTIFACT; HIERARCHY; IMAGE; SYSTEM; REDUCE;
 QUANTUM; ARTIFACT; ADD; REMOVE; DIGITAL; WATERMARK; SELECT; RESOLUTION;
 IMAGE; HIERARCHY; IMAGE; STORAGE; SYSTEM; WATERMARK; REMOVE; RECORD;
 PLACE; HIGH; RESOLUTION; IMAGE; COMPONENT

This Page Blank (uspto)

* Derwent Class: P85; T01; W02; W04
International Patent Class (Main): G06K-009/00; G09G-005/00; H04N-001/40;
H04N-001/60
International Patent Class (Additional): G06T-001/00; G09G-005/02;
- G09G-005/36; H04N-001/387; H04N-001/41; H04N-005/92; H04N-007/26
= File Segment: EPI; EngPI
- ?

2

This Page Blank (uspto)